

日本多尺度区域协同降碳的经验与启示

The Experience and Enlightenment from Multi-scale Regional Coordinated Carbon Reduction in Japan

单卓然 朱俊青 袁满 罗文静 陈玥迪
SHAN Zhuoran, ZHU Junqing, YUAN Man, LUO Wenjing, CHEN Yuedi

摘要：环境问题具有“溢出效应”，多尺度的区域协同管治在环境治理中发挥重要作用。本文聚焦减碳都市圈、低碳城市以及脱碳先行区，梳理日本多尺度区域协同降碳战略的阶段特征、政策联动机制和典型做法，并与中国的双碳战略实践作对比。研究发现：日本多尺度区域协同降碳战略聚焦法律框架约束、战略整体部署、部门联动响应、规划目标升级、监测评估反馈等方面纵深推进。多尺度区域协同降碳举措各有侧重：减碳都市圈强调塑造低碳格局，搭建高效跨市交通网络，建立跨界治理协作机制；低碳城市重视结构紧凑，强化土地保障，突出交通管理，明确脱碳空间；脱碳先行区强调示范引领效应，精细化实施框架，多方主体合作，全面保障和全流程评估。借鉴日本经验，我国多尺度协同降碳工作应重点强化法律保障，完善整体路线，强化目标约束，细化协同治理方案，构建多尺度传导机制。

Abstract: Environmental problems have spillover effect, and multi-scale regional synergistic governance plays an important role in environmental management. Focusing on carbon-reducing metropolitan areas, low carbon cities and decarbonization pilot zones, this paper examines the stage-by-stage characteristics, policy linkages and typical practices of Japan's multi-scale regional coordinated strategies for carbon reduction, and compares with China's carbon peaking and carbon neutrality practices. The study finds that Japan's multi-scale regional coordinated strategy for carbon reduction focuses on legal framework constraints, overall deployment of the strategy, sectoral coordination and response, upgrading of planning objectives, and monitoring and evaluation feedback. Multi-scale regional coordinated carbon reduction initiatives have different focuses. Carbon-reducing metropolitan areas emphasize the shaping of low-carbon patterns, the building of efficient cross-city transportation networks, and the establishment of cross-boundary governance and collaboration mechanisms; low-carbon cities emphasize compactness, strengthened land security, prominent transportation management, and clear decarbonization space; and decarbonization pilot zones emphasize demonstration and leadership effects, refined implementation frameworks, multi-party cooperation, comprehensive safeguards, and full-process evaluation. Drawing on Japan's experiences, multi-scale synergistic carbon reduction works in China should focus on strengthening legal safeguards, perfecting the overall route, reinforcing target constraints, refining synergistic governance programs, and constructing a multi-scale transmission mechanism.

关键词：区域协同降碳；多尺度；减碳都市圈；低碳城市；脱碳先行区；日本

Keywords: synergistic regional carbon reduction; multi-scale; carbon-reducing metropolitan area; low-carbon city; decarbonization pilot zone; Japan

国家自然科学基金面上项目“都市圈临界合作区的功能地域识别、发展潜力评估及空间协同模式研究——以武汉都市圈为例”(52278062)

作者：单卓然，华中科技大学建筑与城市规划学院，教授，博士生导师，副院长；湖北省国土空间低碳生态智能规划研究中心，主任。

shanzhuoran@hust.edu.cn

朱俊青，华中科技大学建筑与城市规划学院，博士研究生。13699446260@163.com

袁满（通信作者），华中科技大学建筑与城市规划学院，副教授。yuanman_aup@hust.edu.cn

罗文静，武汉市规划技术审查中心，高级规划师。371833031@qq.com

陈玥迪，华中科技大学建筑与城市规划学院，硕士研究生。2675431509@qq.com

国家统计局数据显示,我国2025年常住人口城镇化率为67.89%,预计2050年将达到80%左右。国际经验表明,当城镇化率超过70%时,都市圈与城市群将成为承载人口与要素集聚、破解“大城市病”、推动绿色低碳转型的关键空间载体。当前,我国新型城镇化建设与区域一体化发展深度融合,城际要素流动与空间联动日趋紧密。城市作为碳减排的核心阵地,其碳排放跨域溢出效应愈发显著,传统以单一行政单元的碎片化治理模式已难以适应全面绿色低碳转型的要求^[1]。日本在探索低碳城市降碳策略的同时,亦注重都市圈与脱碳先行区的精细化碳排放管理,逐步构建起多尺度区域协同降碳战略框架。中日虽国情与制度存在差异,但均呈现人口向都市圈高度集聚、城镇化后期以质量提升为核心的共同特征。因此,日本多尺度、精细化、法治化的区域协同降碳经验,对我国破解城镇化转型期的碳治理困境、构建高效协同的低碳空间体系具有重要借鉴意义。

规划、地理以及景观生态学的众多学者紧扣国家政策导向,开展了大量研究。2007年前后,研究多聚焦于低碳城市的概念内涵、基本特征与发展目标^[2-4],以及建设模式、评价指标体系与政策建议^[5-6]。“十三五”时期,近零碳示范区相关研究逐渐兴起。主要包括建构低碳、近零碳、零碳居住建筑的碳排放控制指标^[7-8],探索城市^[9]、社区^[10]、乡村^[11]、

园区^[12]、建筑^[13]等不同功能空间的零碳转型路径。相较而言,减碳都市圈相关研究尚处于起步阶段。学者多着眼于概念阐释与理论框架构建,既主张通过低碳城市、低碳社区、低碳产业等措施推进都市圈减碳,也关注协同减排立法^[14-15]、协同创新体制机制完善^[16]、国土空间与综合交通协同^[17]等碳排放协同治理路径。

既有研究在降碳理论和方法积累了宝贵经验,但多局限于城市、社区等单一空间尺度,对多尺度降碳策略以及政策安排的协调配合探索不足。鉴于此,本文试图总结日本多尺度区域协同降碳战略的阶段性特征和政策联动机制,梳理其降碳做法和统筹协调经验,并与我国区域降碳政策和实践路径进行比较,以期为我国多尺度区域协同降碳工作提供借鉴。

1 日本多尺度区域降碳战略的协同推进机制

1.1 降碳战略转型阶段划分

1993年,日本加入联合国气候变化框架公约,将应对气候变化纳入政府议事日程,日本争取实现“双碳”目标的系统性工程正式启动。以此为起点,多数学者将日本的区域降碳战略划分为生态城市与循环经济推进期和低碳社会建设期^[18-19]。最近日本通过全方位布局、全空间统筹策略,开启降碳战略新征程,迈向多尺度零碳战略协同推进期(图1)。

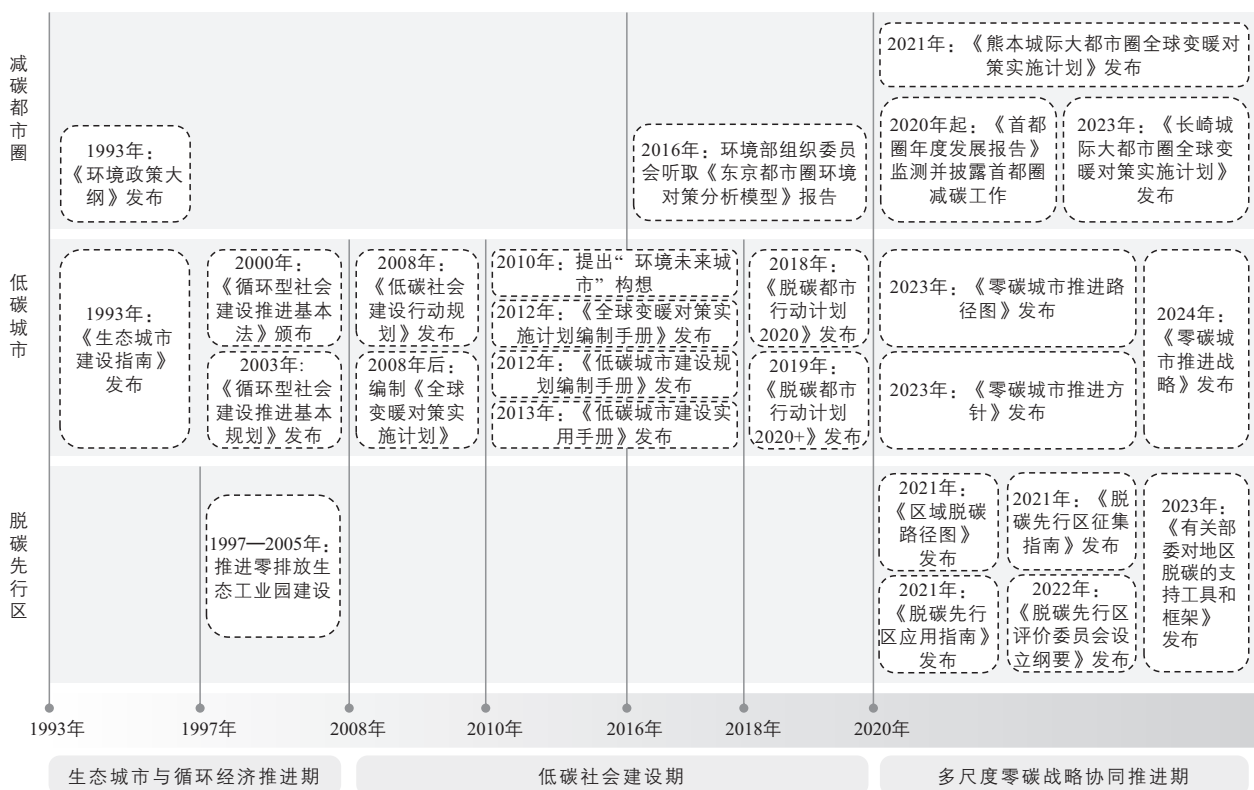


图1 日本区域降碳战略转型的三个主要阶段

1.1.1 生态城市与循环经济推进期

1993年日本制定《环境政策大纲》(環境政策大綱),规定在三大都市圈内的所有城市、人口在25万以上的城市圈成员城市或县府必须编制城市环境规划。同年国土交通部(建設省)宣布选择20个环境共生样本城市(環境共生モデル都市),并出版《生态城市建设指南》(エコ都市づくりガイド)^[20]。此后相继颁布《循环型社会建设推进基本法》(循環型社会形成推進基本法)和《循环型社会建设推进基本规划》(循環型社会形成推進基本計画),推动城市向低碳、循环型社会发展。

1.1.2 低碳社会建设期

根据《京都议定书》,日本需在2008—2012年间,实现温室气体排放量在1990年基础上削减6%的目标。为配合该目标,日本政府提出构建“低碳社会”的战略构想,出台《低碳社会建设行动规划》(低炭素社会づくり行動計画について),并先后发布《低碳城市建设规划编制手册》(低炭素まちづくり計画作成マニュアル)^[21]、《低碳城市建设实用手册》(低炭素まちづくり実践ハンドブック)^[22],指导地方政府低碳城市规划的编制和执行,推动低碳社会建设。

1.1.3 多尺度零碳战略协同推进期

为在2050年实现脱碳社会,日本政府于2020年12月成立国家及地方脱碳实行委员会(国・地方脱炭素実現会議)。次年发布《区域脱碳路径图》(地域脱炭素ロードマップ)^[23],明确截至2030年至少选定100个脱碳先行区。随后推行脱碳先行区征集行动,密集发布《脱碳先行区应用指南》(脱炭素先行地域づくりスタディガイド)^[24]等一揽子体系化政策。地方政府遵循政策指引,升级并制定脱碳战略,出台《零碳城市推进路径图》(ゼロカーボンシティ推進ロードマップ)等,并与合作城市共同编制《城际大都市圈全球变暖对策实施计划》(連携中核都市圏地球温暖化対策実行計画),降碳工作迈向多尺度零碳战略协同推进阶段。

1.2 政策联动机制

日本聚焦法律框架约束、战略整体部署、部门联动响应、规划目标升级以及监测评估反馈等多方面系统性推进多尺度区域协同降碳工作(图2)。一是将降碳目标纳入法律文件,将多尺度协同降碳相关要求纳入《全球变暖对策推进法》,并持续更新完善相关法律条款。二是出台《区域脱碳

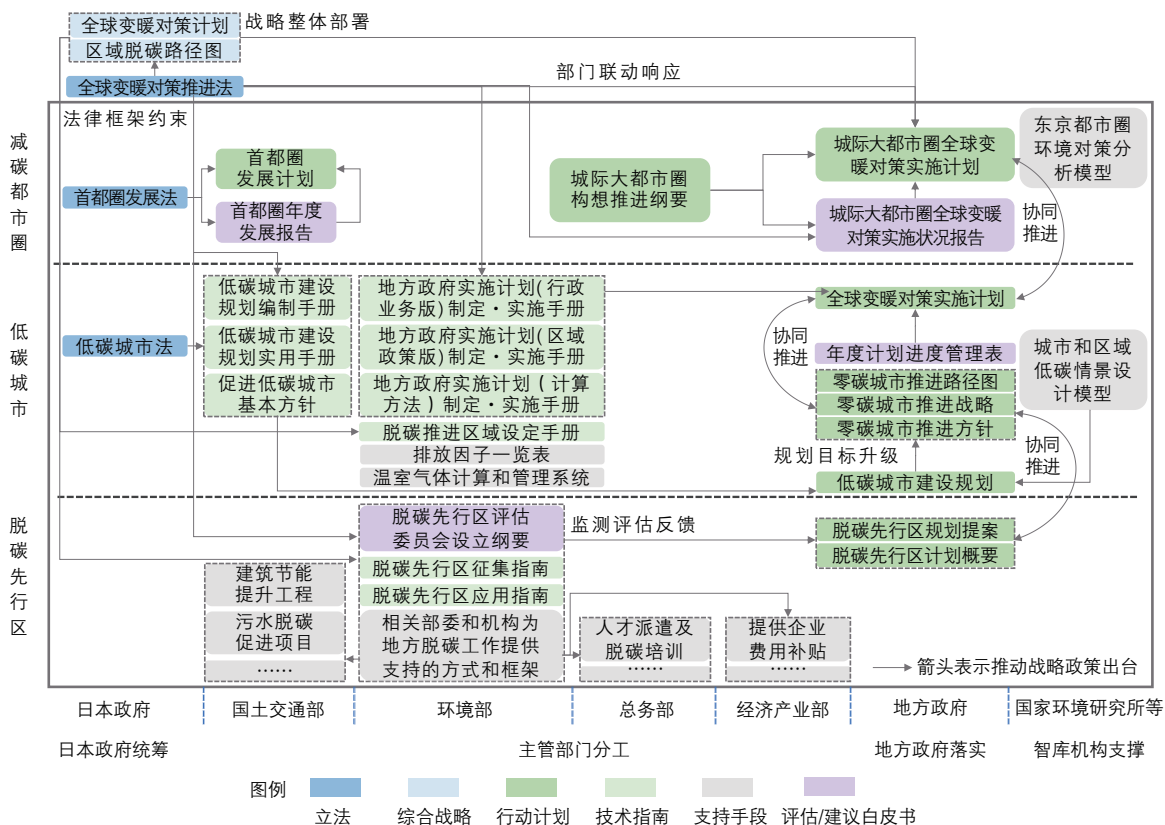


图2 日本多尺度区域协同降碳战略的联动主体与政策推进机制

路径图》，统筹脱碳先行区、低碳城市以及减碳都市圈的目标设定和行动举措，同步构建人才支撑、财政补贴等多元化政策工具体系。三是各政府部门依据路径图制定专项行动计划与实施指南，确保政策目标、技术路径与行动计划高度衔接、协同一致。四是持续升级气候战略与减排承诺，将战略重心向更高难度的零碳城市建设方向延伸。五是健全监测评估与动态反馈机制，由国土交通部和地方政府定期发布年度实施报告，对减排成效开展常态化监测并动态优化实施方案，重点脱碳区域的评定和监管工作则由脱碳先行区评估委员会负责。

2 日本多尺度区域协同降碳的路径

日本从减碳都市圈、低碳城市、脱碳先行区等层面推行一系列降碳策略。减碳都市圈强调塑造低碳格局，搭建高效跨市交通网络，建立跨界治理协作机制。低碳城市重视空间结构紧凑，提升交通运行效率，打造智能能源网络，明确脱碳重点空间。脱碳先行区强调示范引领效应，精细化实施框架，多方利益主体合作，全面保障和全流程评估。

2.1 减碳都市圈

日本有三大都市圈，分别为东京都市圈、大阪都市圈和名古屋都市圈。此外，日本还设有城际大都市圈（地方城市圈），指具备一定规模体量与核心辐射能力的中心都市为核心，联动周边市町村形成的都市圈^[25]。

2.1.1 运用情景分析等规划编制方法设定积极减碳目标

通过构建东京都市圈环境对策分析模型（图3），系统分析不同空间尺度降碳策略的减碳效益差异；围绕减碳治理重点领域，开发五大专项模型以量化各类减碳措施的贡献度，并将分项测算结果统一纳入环境技术评价模型开展综合集成分析，据此科学确定规划期减排目标与实施路径^[26]（图4）。

2.1.2 通过科学规划和产业转移建构交互融合低碳格局

东京都市圈低碳产业发展集成了政策调控、空间优化、技术创新以及区域协同的多维路径。首先基于科学规划和立法保障，形成分工明确、特色凸显的低碳产业布局。其次通过产业转移推动脱碳目标实现，包括海外转移和就近跨市转

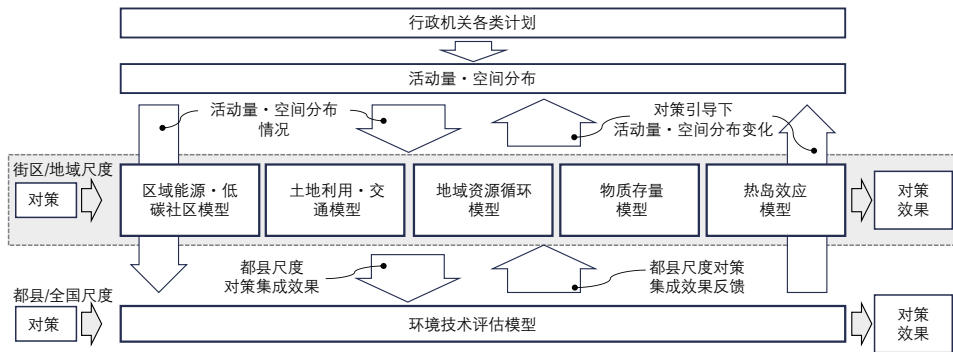


图3 东京都市圈环境对策分析模型

资料来源：作者根据参考文献[26]绘制

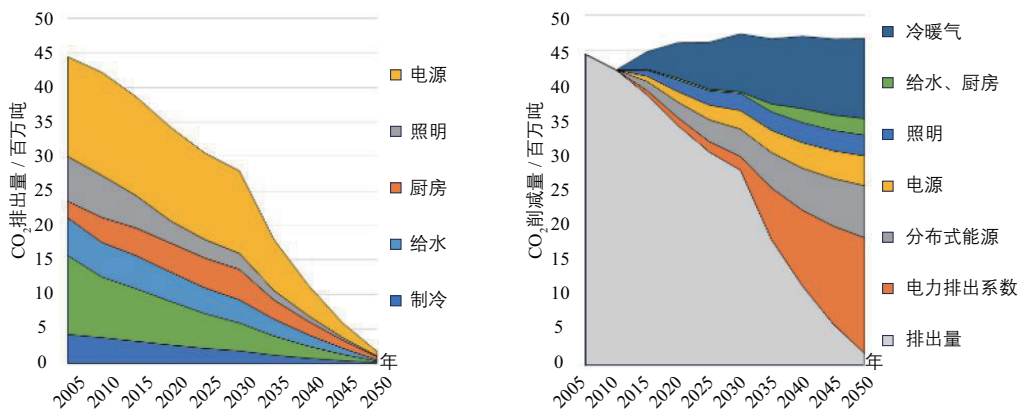


图4 运用情景分析方法模拟减碳效果

资料来源：作者根据参考文献[26]绘制

移，同步配套人才补贴和鼓励远程办公等政策保障产业转移高效推进。再者，加速推进传统产业的绿色升级和新兴低碳技术商业化。最后，构建一个多层面、交互式的区域产业合作网络，实现从资源共享到产业协同，从政策统一到生态共治，从知识交流到人才培养的全方位整合。

2.1.3 借助高效融合的跨市轨道网络构建低碳空间结构

以轨道交通为主的公共交通体系是减少温室气体排放的有效手段。整体结构方面，建构由市郊铁路、地铁、轻轨、新干线等组成的多层次轨道交通网络，满足不同出行距离和速度需求。出行效率方面，提高换乘效率和跨区域出行便利性，如东京都市圈轨道网络以国铁为主体架构，可实现同站多向换乘和列车跨线直通；开发模式方面，通过在环线与放射状轨道线路的交汇处建设公共交通导向模式的新城，塑造东京都心和池袋等7个副都心，引导建设多中心网络化空间结构。

2.1.4 通过建立跨界治理协作机制共谋都市圈脱碳事业

通过多边联合治理，协同推进都市圈降碳项目（图5）。以熊本县为例，市町村通过各自的政策委员会进行内部协调后，通过“城际大都市圈全球变暖对策实施计划联络委员会”进行全体协商，然后向外部委员组成的“意见征集委员会”报告。根据委员会的建议，联动市民、企业、市民团体、地方政府，以及熊本县的防止全球变暖活动推进中心、专职推进人员，共商降碳项目和配套政策。同时根据社会形势变化、市町村协商情况、项目实施成效等定期修正相关计划，扩大合作范围^[27]。

2.2 低碳城市

2.2.1 政策引导塑造集约紧凑城市空间结构

紧凑的空间形态对减缓城镇碳排放有积极和显著的影响^[28-30]。日本低碳城市建设实践中，强调通过空间政策引导促进城市功能集约布局。通过在中心市区和交通站点周边地区设立都市功能引导区、居住引导区^[31]，集聚居民生产生活等各类功能，推动城市功能结构向紧凑化转型。同时，规划停车功能集约区，推进停车设施高效集聚布局，减少机动车低效率出行^[32]。

2.2.2 通过交通需求管理提升交通运行效率

交通领域主要从公共客运交通和货运交通两方面进行碳排放管控。前者通过优化交通便利性提升交通体系运行效能，完善交通节点功能配置，优化不同交通方式间的换乘衔接，同时持续提升交通硬件设施水平，通过延长轨道线路、增设车站等举措提高公共交通可达性。辅以扩大公共交通优惠券覆盖范围、增加运营班次等交通需求管理手段，引导居民优先选择公共交通出行。后者则以提升城市物流运行效率为核心，构建科学合理的物流体系，通过优化物流路径、整合物流资源等方式，减少货运运输过程中的碳排放。

2.2.3 联合打造智能能源网络与地域微电网

集中使用高效率能源设备，并通过区域合作构建一体化能源网络。一是强化能源基础设施用地保障，统筹城市开放空间资源，将城市公园等公共开放区域划定为区域分布式电源供给载体。二是构建智能化地域微电网系统，整合分布式

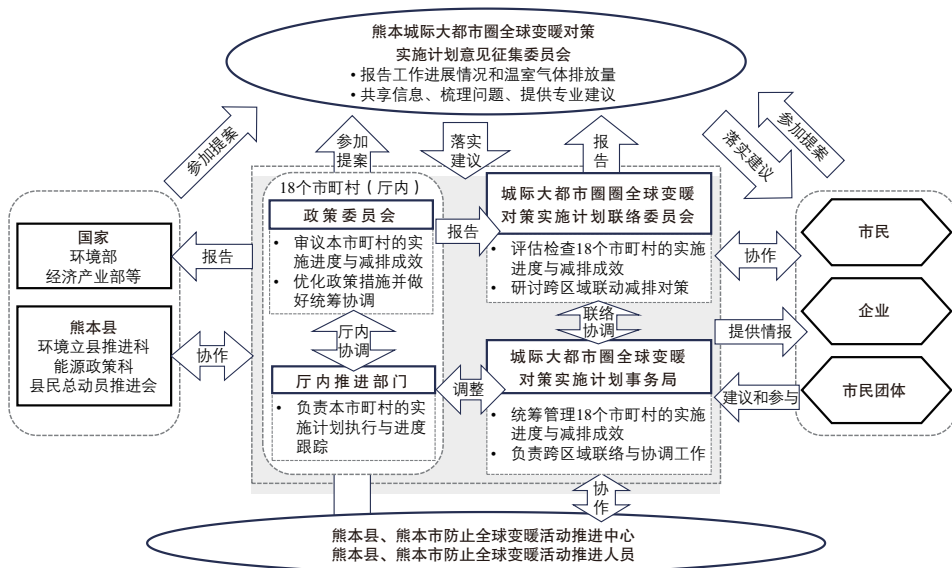


图5 熊本城大都市圈脱碳项目跨界治理协作机制
资料来源：作者根据参考文献[27]绘制

能源资源、储能装置、可控负荷和能源管理系统等核心要素，打造具备自组织、自适应能力的新型微电网架构。三是聚焦城市功能主导型高能耗区域，推行能源设备集约化布局模式，通过跨建筑能源互联网络的构建，实现区域内能源的协同调度与梯级利用。

2.2.4 明确开展脱碳化项目的重点地域空间

市町村根据国家和都道府县规定的环境保护相关标准，设定脱碳推进区域（市町村规定的推进脱碳项目的重点区域），并明确该区域内设施导入的种类和规模^[33]。脱碳推进区域主要分为四大类型：广域分区型，按照国家、都道府县的环境标准，综合考量民生福祉、社会公平和环境保护设立；地区/街区指定型，指市政当局重点推进可再生能源应用及相关补贴项目的核心区域；公共土地/公共设施利用型，即充分利用公有土地、公共设施作为脱碳推进区域；商业提案型，将民间部门提出的具体项目规划地点设定为脱碳推进区域。

2.3 脱碳先行区

脱碳先行区指面向2050年碳中和，在2030年前民生部门（家庭、企业等）电力消费实现零碳排放、交通部门和热

能使用等实现碳排放削减的地区。其选定包含征集、提交、确认等6道程序^[23]（图6）。自2021年启动征集至2024年第5轮征集，日本已在全国36个都道府县和94个市町村中评选出73份提案^[34]。

2.3.1 制定具体的行动计划，明确选定标准、类型和划定方式

《区域脱碳路径图》明确对脱碳先行区的类型体系、划定方法与合理规模等内容作出系统性指导（图7）。首先，根据地理特性和气候风土等划分居住生活区、商务商业区、自然区域、设施群等类型；其次，设定5类脱碳先行区划定方式，其中重点突出了官民联合、跨区域跨部门的跨界协作模式；最后，从试点可复制推广性、范围及规模、可再生能源导入潜力等方面构建筛选标准，并由脱碳先行区评价委员会，按照“基础准入资格考核+重点示范标杆遴选”开展区域脱碳潜力评估（对应表1），综合得分领先的地区将优先获得重点政策资源的倾斜支持。

2.3.2 运用创新的区域能源系统分析工具，加速区域能源结构转型

扩大可再生能源利用规模是脱碳先行区项目实施的关键。一是依托可再生能源信息系统、三维城市模型等技术手

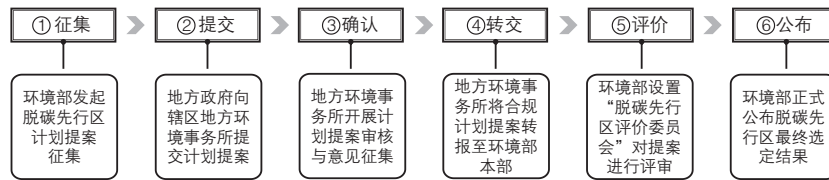


图6 脱碳先行区的评选流程
资料来源：作者根据参考文献[23]绘制

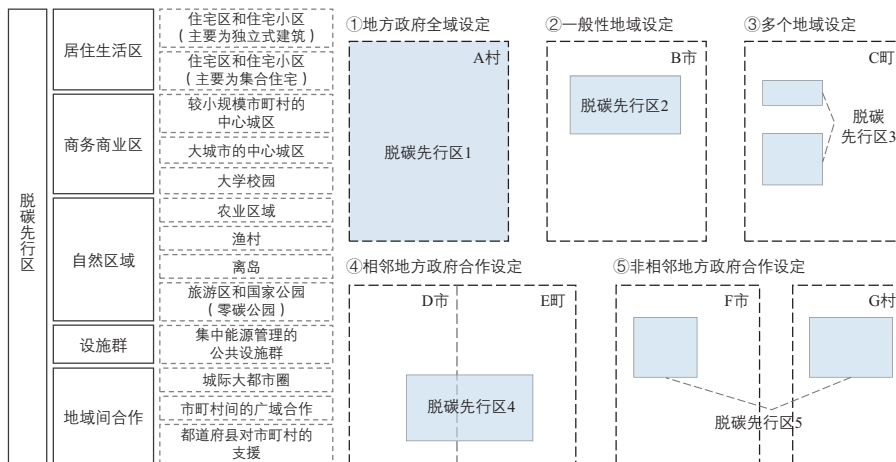


图7 脱碳先行区的类型及划定方式
资料来源：作者根据参考文献[23]绘制

段，系统梳理建筑屋顶、闲置土地等可利用空间资源，为可再生能源设备的合理布局与高效导入提供技术支撑。二是通过设立专项财政补贴、完善激励政策等方式，大力推广净零能耗住宅、净零能耗建筑和零碳机动车，推动终端用能场景的低碳转型。三是规划建设区域可再生能源供应基地，强化能源就地生产与就地消纳，如石狩市在脱碳先行区内以可再生能源供给为核心，引导相关产业集聚发展；秋田临海处理中心则引入风力发电、沼气发电和太阳能发电等多元可再生能源设备，构建区域微电网系统，实现向周边区域的稳定供电，提升区域能源自给率与低碳化水平。

2.3.3 建构完善多方利益主体合作制度，联合制定脱碳实施方案

申报阶段，明确脱碳先行区计划提案主体需涵盖主要提案者（地方政府）与共同提案者（具备支援意愿的民间企业），凸显多主体协同参与的核心原则；实施阶段，鼓励整合各级部委及相关机构的脱碳项目资源，实现组合化推进；针对涉及多个地方政府利益的脱碳先行区，可通过协商委员会等机制联合制定可再生能源融通、供需调控等具体实施方案，整个实施过程以地方政府为核心统筹主体，广泛吸纳企业、社会团体等多元主体参与，形成上下联动、多方协同的脱碳推进格局。

表 1 脱碳先行地区的选定条件及评分标准

基础准入条件评价 (最高150分)	基础评分项 (满分 125 分)	
	①到 2030 年，实现脱碳先行区内民生部门电力消费零碳排放	25 分
②根据区域特点制定温室气体减排应对措施	15 分	
③依据可再生能源开发潜力等条件，最大限度引入可再生能源设备	15 分	
④通过脱碳措施解决地区发展问题，提升居民生活品质	20 分	
⑤脱碳先行区的范围和规模	15 分	
⑥计划实施的可行性（计划具体性、与相关方达成共识情况等）	25 分	
⑦在其他地区复制推广的可行性	10 分	
⑧组织进度管理的实施方针与体制建设	不计分	
⑨依据《全球变暖对策推进法》编制地方政府实施计划等	不计分	
附加评分项 (满分 25 分)		
评价委员结合专业见解进行追加评价	25 分	
重点示范条件评价 (最高 40 分)	a. 多项措施协同联动，推动减碳成效叠加释放	10 分
	b. 多个地方政府跨界合作	10 分
	c. 为绿色转型 (green transformation) 作出贡献的措施	10 分
	d. 减少民生部门电力消费以外温室气体的措施	10 分

注：综合得分 = 基础准入条件评价得分 + 重点示范条件评价得分
资料来源：作者根据参考文献 [24] 绘制

2.3.4 多维度的实施保障和全生命周期监测评估，确保执行效果

由环境部主导，联动多部门及相关机构，统筹安排政策出台、指南发布、减碳技术指导、决策支持等内容。一是发布《电力需求量、再生能源等电力供给量以及电力节能削减量计算方法示例》（電力需要量・再エネ等の電力供給量省エネによる電力削減量算定方法の例），为地方政府碳减排科学计算提供指导。二是出台《相关部委和机构为地方脱碳工作提供支持的方式和框架》（地域脱炭素の取組に対する関係府省庁の主な支援ツール・枠組み）^[35]，聚焦设备引进、规划建设、人才支撑等领域，明确环境部、文化科技部（文部科学省）、总务部（総務省）等部门的主要职责。例如：总务部主要面向自治体，提供人才、分布式能源基础设施规划建设等支持（表 2）。三是设立“脱碳先行区评价委员会”，对脱碳先行区的执行情况进行全方位评估。

3 中日多尺度区域协同降碳行动对比

3.1 多尺度协同降碳的政策体系对比

目前，我国已出台国家层面的“双碳”整体战略，碳达峰、碳中和采用“1+N”的碳减排政策体系，并成立国家“双碳”工作领导小组和推进小组，战略行动迈入实质性落实阶段，各省市“双碳”规划基本制定完成，行业领域相继发布相应行动计划。

通过与日本多尺度区域协同降碳战略体系相比较（表 3）可以看出，我国在“双碳”相关立法、综合战略顶层设计等方面仍存在不足。一方面，我国尚未将 CO₂ 明确界定为污染物，目前尚无针对气候变化应对的专门性立法。《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国可再生能源法》等现行法律法规虽涉及“双碳”相关内容，但条款较零散，较为缺失，致使

表 2 日本总务部对脱碳先行区的支持类别以及支持对象

名称	支持类别			支持对象	
	硬件设备	软件		自治体	自治体以外
		规划建设	人才		
本地 10 000 项目（地域经济循环创造项目补助金）	✓			✓	
家乡贷款制度	✓				✓
分布式能源基础设施		✓		✓	
人才支援			✓	✓	
地区能力创造顾问			✓	✓	
企业人才派遣制度			✓	✓	
对地方政府职员进行脱碳专业培训			✓	✓	

注：“✓”表示有此项内容；空白表示无此项内容。
资料来源：作者根据参考文献 [24] 绘制

表 3 中日两国多尺度区域协同降碳政策体系对比

政策体系	日本			中国		
	减碳都市圈	低碳城市	脱碳先行区	减碳都市圈	低碳城市	近零碳示范区
立法	《首都圈发展法》	《低碳城市法》	《全球变暖对策推进法》			
综合战略	《全球变暖对策计划》《区域脱碳路径图》					
行动计划	《城际大都市圈全球变暖对策实施计划》	《低碳城市建设规划》	《脱碳先行区规划提案》 《脱碳先行区计划概要》		《低碳生态试点城（镇）建设实施方案》	《关于开展零碳园区建设的通知》、《关于开展零碳工厂建设工作的指导意见》、各省市出台《近零碳排放区试点建设实施方案》
技术指南		《低碳城市建设规划编制手册》《低碳城市建设规划实用手册》	《脱碳先行区征集指南》 《脱碳先行区应用指南》		《低碳生态试点城（镇）申报管理暂行办法》	《国家级零碳园区建设指标体系（试行）》《零碳园区碳排放核算方法（试行）》
支持手段	东京都市圈环境对策分析模型	人才、补贴、技术等			人才、资金、技术等	
评估/建议白皮书	《首都圈年度发展报告》 《城际大都市圈全球变暖对策实施状况报告》	年度计划进度管理表	脱碳先行区评价委员会 审查年度进展		《城镇社区生活圈规划减碳潜力评估研究报告》《国家低碳城市试点工作进展评估报告》	《四川省近零碳排放园区试点建设 2023 年度进展报告》等

注：空白表示不涉及此项内容。

减碳都市圈、低碳城市、近零碳示范区等多尺度区域降碳行动缺乏明确的协同管控法律依据与制度支撑。另一方面，综合战略框架有待完善。日本始终坚持顶层设计先行，系统谋划多尺度降碳实施路径，而我国“双碳”推进更侧重于通过试点示范探索减碳创新模式，尚未构建起统筹国家、区域、城市、园区等多尺度降碳行动的综合战略框架与清晰实施路径图。

3.2 多尺度协同降碳路径比较

一是在降碳目标设定与碳排放定量评估方面存在差距。国土空间规划作为国家层面重要的公共政策调控工具，其核心发力点集中于通过“三区三线”划定统筹高碳汇空间，对减碳增汇相关举措仅作出原则性指导与定性化要求，尚未建立起针对空间政策实施后减碳成效的科学定量评价。日本已构建起多尺度、全覆盖的碳核算方法体系，能对各类空间降碳举措的预期减碳成效进行精准定量测算。

二是我国尚未对降碳目标落地的重点地域空间进行系统性统筹布局。无论是支撑降碳项目推进的一般性区域，还是承担示范引领作用的近零碳示范区，均未被明确纳入各级国土空间规划及环境保护专项规划体系，区域性空间规划与配套政策中，也未针对此类重点降碳空间制定明确的准入标准、管控要求。日本则随着行政层级的下沉，其降碳工作重点逐渐由战略性政策引导向空间性布局优化、精准化管控转变。

三是我国各个空间尺度的降碳方案具有明显的属地管理特征。当前我国不同区域的降碳工作多以行政辖区为单位独

立推进，跨区域、跨层级的协同联动不足，难以应对碳排放的跨域流动性特征。日本通过建立地方政府间协同治理机制、组建跨行政区脱碳项目专项机构、推行脱碳领域人才跨层级派遣、开展脱碳先行区跨域联合申报等多元举措，提升全域脱碳治理的协同效能与整体水平。

4 面向双碳目标的我国区域协同降碳路径建议

4.1 加强多尺度区域降碳战略的法律保障

加快推进并完善温室气体协同治理法律体系，将温室气体管控与大气污染治理纳入协同规划框架，为多尺度区域碳排放协同治理提供坚实的法律支撑。鉴于我国实现碳达峰、碳中和目标的时间紧任务重，在气候变化应对法出台之前，建议将 CO₂ 等温室气体纳入《大气污染防治法》，统一国家环境质量标准与排放管控要求，细化多尺度区域协同降碳相关法律条款。例如：将都市圈整体能源调配一体化，将跨市协同降碳机制等内容法制化，明确都市圈协同降碳规划编制实施的法定职责、原则要求、程序机制、降碳职能部门设置等；强化城市降碳目标的设定原则、重点降碳地域空间划定、地方政府降碳方案编制等内容的法定地位；完善近零碳示范区设置流程和评价标准的法律依据。

4.2 尽快完善区域协同降碳整体路径安排

加快细化完善中长期区域协同降碳工作方案，统筹近零碳示范区、低碳城市、减碳都市圈甚至地方城市圈等的降碳目标和举措。在推进多尺度区域协同降碳的整体路径安排中，

需设定明确目标并构建科学指标体系，涵盖碳排放总量、强度、清洁能源利用比例等。减碳都市圈应明确合作机制，促进政策、技术和信息的跨行政边界共享，鼓励条件成熟的都市圈率先编制区域协同降碳专项规划实施方案。低碳城市建设成效较好的区域，应借鉴日本经验及时进行战略升级，鼓励条件成熟的地区编制净零碳城市规划实施方案。明确近零碳示范区的目标远景以及具体保障方案。最后，重点完善多尺度区域协同降碳的统筹协调机制和监测评估体系，加强信息共享与交流。

4.3 推动双碳目标全面纳入区域发展政策

降碳目标设定方面，可以通过省级统筹，中心城市牵头的方式，构建和完善周边中小城市的碳排放核算体系。同时借鉴日本经验，构建减碳都市圈、低碳城市、近零碳示范区的多情景预测模型，将不同空间尺度的减碳效果定量化，从而制定出科学合理的降碳目标和行动方案。具体来说，都市圈国土空间规划应明确温室气体短期和中长期削减目标，并统筹各地方政府可再生能源的供需关系，引导城市间可再生能源跨域合作。地方政府应依据都市圈降碳目标指引，对脱碳促进区域设定数量、降碳项目认定数量、温室气体的排出削减量、再生能源发电设备容量和发电量等相关目标作出详细安排。在当前近零碳示范区创建方案指标体系基础上，建议增补再生能源供给用户数量、供给量等指标。

4.4 细化多尺度区域降碳协同治理实施方案

在减碳都市圈层面，设立跨行政区域的都市圈碳排放协调机构和管理平台，发挥联络协调职能。或者通过京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设等国家重大战略的实施，开展区域协同降碳工作。地方政府应共享减碳经

验，要统筹设计政策协同治理环境，在规划、标准、监测、防治措施等方面做到区域内协调统一。各地方政府出台的近零碳示范区实施方案应对提案主体作出原则性要求，可参考日本做法，规定提案主体应包括主要提案者和合作提案者，并明确计划的实施、变更等的责任主体。

4.5 构建政策与空间结合的多层级传导机制

划定推动降碳事业的重点地域空间。借鉴日本经验，都市圈发展规划、省级国土空间规划等需明确脱碳促进区域的准入标准，市级国土空间规划则需要对区域内设施引入的类型和规模作出规定。加快细化近零碳示范区的综合管理模式。借助情景分析、气候模型、能耗模型等数字化分析工具科学制定降碳策略。搭建全要素整合、全域覆盖、全时数据监测、快速响应、动态调控的零碳运营管理智慧中枢，实现对建筑用电、绿色交通智能化、市政用电、可再生能源供应、碳汇系统、新型电力系统、物资循环系统等近零碳示范区建设要素的全面监测与综合调控（图8）。

5 结语

作为全球应对气候变化领域的先行者，日本多尺度区域协同降碳战略先后经历了生态城市与循环经济推进期、低碳社会建设期，特别是2020年以后迅速迈入多尺度零碳战略协同推进期。当前阶段，日本在气候应对上的相关行动更加频繁，聚焦法律框架刚性约束、战略顶层整体部署、跨部门协同联动响应、规划目标迭代升级以及全流程监测评估反馈等方面，系统纵深推进多尺度区域协同降碳工作，对我国推进“双碳”行动战略部署具有参考价值。

面临深入推进环境污染防治和积极稳妥推进“碳达峰”“碳中和”两大战略任务，推动治理模式从单一维度的

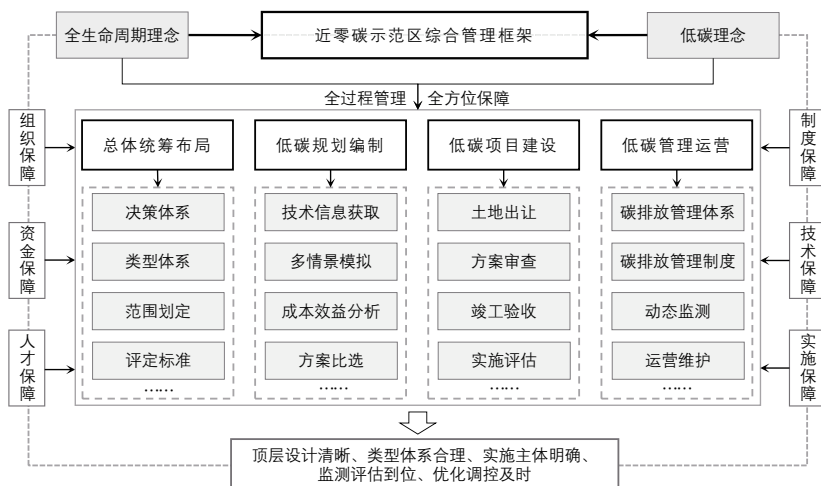


图8 近零碳示范区综合管理框架的优化建议

污染控制与温室气体减排,向多尺度、多维度降碳减污协同控制转型已成为必然选择,亦是全球环境治理体系变革的总体发展方向。为此,我国应在全球碳中和变革中加快推进系统部署,发挥新型举国体制优势,从强化法律保障、完善整体路线、实施路径、强化协同治理、多层次传导机制5个维度,针对都市圈、城市以及近零碳示范区等多个空间尺度,持续完善我国“双碳”战略政策体系。UPI

注:文中未注明资料来源的图表均为作者绘制。

参考文献

- [1] 石晓冬,赵丹,曹祺文. “双碳”目标下国土空间规划响应路径[J]. 科技导报, 2022, 40(6): 20-29.
- [2] 夏堃堡. 发展低碳经济实现城市可持续发展[J]. 环境保护, 2008(3): 33-35.
- [3] 顾朝林,谭纵波,刘究,等. 气候变化、碳排放与低碳城市规划研究进展. 城市规划学刊, 2009(3): 38-45.
- [4] 刘文玲,王灿. 低碳城市发展实践与发展模式[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(4): 17-22.
- [5] 毕军. 后危机时代中国低碳城市的建设路径[J]. 南京社会科学, 2009, 265(11): 12-16.
- [6] 朱守先,梁本凡. 中国城市低碳发展评价综合指标构建与应用[J]. 城市发展研究, 2012, 19(9): 93-98.
- [7] 李艳梅,孙丽云,庄贵阳. 近零碳排放示范区的内涵及建设路径分析[J]. 企业经济, 2017, 36(10): 21-25.
- [8] 张时聪,王珂,杨芯岩,等. 低碳、近零碳、零碳居住建筑碳排放控制指标研究[J]. 建筑科学, 2023, 39(2): 11-19, 57.
- [9] 李志青,吴涵嫣. 长三角城市零碳发展评估分析[J]. 复旦学报(社会科学版), 2022, 64(5): 142-151.
- [10] 吴丽娟,李晓晖,刘玉亭. 欧洲规划建设低碳社区的差异化模式及其对中国的启示[J]. 国际城市规划, 2016(1): 87-92, 99.
- [11] 郭茹,田博文,曹晓静,等. 基于碳平衡分析的乡村净零碳转型路径研究[J]. 环境科学与管理, 2023, 48(2): 60-64.
- [12] 刘思远,单明,刘彦青,等. “零碳产业园”的内涵界定及建设路径研究[J]. 环境生态学, 2023, 5(4): 114-118.
- [13] 姜中凯,孙留存,苏卫江,等. 净零碳建筑实施路径探索:以济南领秀城檀樾项目为例[J]. 建筑经济, 2022, 43(增刊2): 322-325.
- [14] 高桂林. “双碳”目标下区域协同减排立法研究[J]. 广西社会科学, 2023, 332(2): 1-10.
- [15] 易成栋,曾石安. “双碳”目标下都市圈碳排放协同治理研究[J]. 中共中央党校(国家行政学院)学报, 2023, 27(1): 96-104.
- [16] 方创琳. 新发展格局下的中国城市群与都市圈建设[J]. 经济地理, 2021, 41(4): 1-7.
- [17] 金昱. 国际大城市交通碳排放特征及减碳策略比较研究[J]. 国际城市规划, 2022, 37(2): 25-33.
- [18] 李燕,顾朝林. 日本的城市环境问题及其改善过程:政策和规划视角研究[J]. 城市规划, 2013, 37(5): 90-96.
- [19] 张季风. 日本实现“双碳”目标的实践与路径研究:兼论对中国的启示与借鉴[J]. 日本研究, 2023(4): 22-33.
- [20] 建設省都市環境問題研究会. 環境共生都市づくり:エコシテイ・ガイド[M]. 東京:ぎょうせい, 1993.
- [21] 日本国土交通省. 低炭素まちづくり計画作成マニュアル[R/OL]. (2008)[2022-05-16]. https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/eco-machi-manual.html.
- [22] 日本国土交通省. 低炭素まちづくり実践ハンドブック[R/OL]. (2013)[2022-05-16]. https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/eco-machi-manual.html.
- [23] 内閣官房. 地域脱炭素ロードマップ[R/OL]. (2021)[2023-12-16]. <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/datsutanso/index.html>.
- [24] 環境省. 脱炭素先行地域づくりスタディガイド[R/OL]. (2021)[2023-12-16]. <https://www.env.go.jp/press/110359.html>.
- [25] 総務省. 連携中核都市圏構想推進要綱[R/OL]. (2023)[2023-12-16]. https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/renkeichusutoshiken/index.html.
- [26] 総務省. 東京都市圏における環境対策のモデル分析最終とりまとめ報告書[R/OL]. (2016)[2023-12-16]. <https://www.env.go.jp/press/102291.html>.
- [27] 熊本環境局. 熊本連携中核都市圏地球温暖化対策実行計画[R/OL]. (2021)[2023-12-16]. <https://www.city.kumamoto.jp/kankyo/kiji00345844/index.html>.
- [28] FONG W, MATSUMOTO H, LUN Y. Application of system dynamics model as decision making tool in urban planning process toward stabilizing carbon dioxide emissions from cities[J]. Building and environment. 2009, 44: 1528-1537.
- [29] 秦波,邵然. 低碳城市与空间结构优化:理念、实证和实践[J]. 国际城市规划, 2011(3): 72-77.
- [30] 易艳春,马思思,关卫军. 紧凑的城市是低碳的吗?[J]. 城市规划, 2018, 42(5): 31-38, 86.
- [31] 宇都宮市. 宇都宮市立地適正化計画[R/OL]. (2021)[2023-12-16]. <https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/shisei/machizukuri/1014948/1009282.html>.
- [32] 港区. 港区低炭素まちづくり計画(駐車機能集約化編)[R/OL]. (2025)[2025-12-16]. <https://www.city.minato.tokyo.jp/matizukurikeikakutan/teitanso.html>.
- [33] 環境省. 地域脱炭素のための促進区域設定等に向けたハンドブック(第4版)[R/OL]. (2024)[2024-12-16]. https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/manual5.html.
- [34] 環境省. 脱炭素先行地域(第5回)選定結果について[R/OL]. (2024)[2024-12-16]. <https://policies.env.go.jp/policy>.
- [35] 環境省. 地域脱炭素の取組に対する関係府省庁の主な支援ツール・枠組み[R/OL]. (2023)[2023-12-16]. <https://policies.env.go.jp/policy/roadmap/supports/>.

(本文编辑:安虹)